

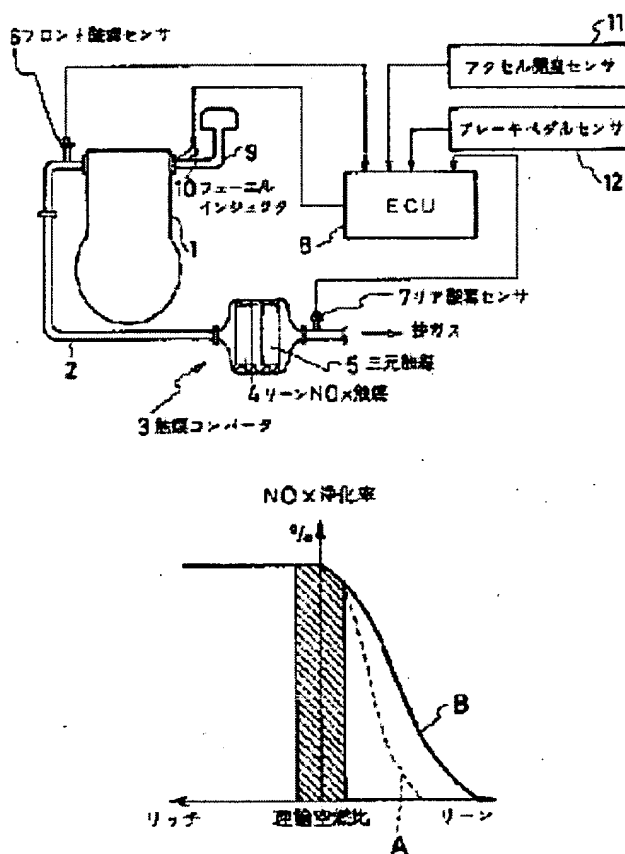
# AIR-FUEL RATIO CONTROL METHOD FOR LEAN BURN ENGINE SYSTEM

**Patent number:** JP5026080  
**Publication date:** 1993-02-02  
**Inventor:** SAKAI YASUHIRO  
**Applicant:** MITSUBISHI MOTORS CORP  
**Classification:**  
 - International: F02D41/14; F01N3/24; F01N3/28; F02D45/00  
 - european:  
**Application number:** JP19910178459 19910718  
**Priority number(s):**

## Abstract of JP5026080

**PURPOSE:** To prevent the lowering of NO<sub>x</sub> purifying ability when air-fuel ratio control is changed from a lean control mode to a theory air fuel ratio control mode, by controlling the air-fuel ratio on a rich side until the output of a rear oxygen sensor is reversed to the theory air fuel ratio side from the lean side.

**CONSTITUTION:** A catalyst converter 3 housing a lean NO<sub>x</sub> catalyst 4 and a ternary catalyst 5 is furnished at the middle of an exhaust gas pipe passage 2, and front and rear oxygen sensors 6, 7 are provided at the upstream and downstream parts of this converter 3. And an air fuel ratio is controlled by means of an ECU 8 on the basis of the output of the front sensor 6, and also the control of the air-fuel ratio is corrected on the basis of the output of the rear sensor 7, and at the same time the air fuel ratio is controlled by changing it to a lean control mode A or a theory air-fuel ratio control mode B according to an engine operation situation. On the occasion of this air-fuel ratio control, when the air-fuel ratio is changed to the B from the mode A, arrangement is made so that the air-fuel ratio may be controlled on the rich side until the output of the rear sensor 7, from the viewpoint of the air-fuel ratio, is changed to the theory air-fuel ratio side from the lean side.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-26080

(43)公開日 平成5年(1993)2月2日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 D 41/14	3 1 0 D	9039-3G		
F 0 1 N 3/24		R 9150-3G		
3/28	3 0 1 D	9150-3G		
F 0 2 D 45/00	3 0 1 G	8109-3G		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 10 頁)

(21)出願番号 特願平3-178459

(22)出願日 平成3年(1991)7月18日

(71)出願人 000006286

三菱自動車工業株式会社  
東京都港区芝五丁目33番8号

(72)発明者 酒井 康裕

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車  
工業株式会社内

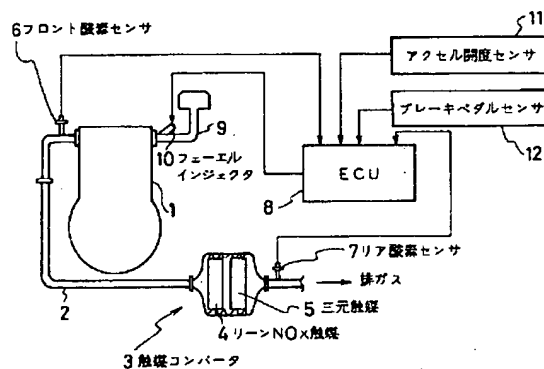
(74)代理人 弁理士 長門 侃二

(54)【発明の名称】 リーンバーンエンジンシステムの空燃比制御方法

(57)【要約】

【目的】 空燃比がリーン制御モード又は理論空燃比制御モードの何れでもモードで制御されていても、排ガス中のNO<sub>x</sub>を効果的に浄化可能とするリーンバーンエンジンシステムの空燃比制御方法を提供することにある。

【構成】 この発明は、排ガス管路中に、触媒コンバータ3、この触媒コンバータ3の三元触媒5よりも上流にリーンNO<sub>x</sub>触媒4、リーンNO<sub>x</sub>触媒4よりも上流のフロント酸素センサ6、リーンNO<sub>x</sub>触媒4よりも下流にリア酸素センサ7を配置し、そして、フロント及びリア酸素センサ6、7からのセンサ信号に基づき、エンジンの運転状況に応じて、エンジンの空燃比をリーン側制御モードと理論空燃比制御モードとに切換え制御するECU8を備えてなるリーンバーンエンジンシステムに於いて、この発明の空燃比制御方法は、エンジンの空燃比がリーン制御モードから理論空燃比制御モードに切換えられたとき、リア酸素センサにて検出した排ガス中の酸素濃度が空燃比でみてリーン側から理論空燃比側に切換わるまでの間、エンジンの空燃比をリッチ側で制御するものとなっている。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 エンジンから延びる排ガス管路中に配置された触媒コンバータと、排ガス管路中に触媒コンバータの触媒よりも上流に位置して配置されたリーンNO<sub>x</sub>触媒と、排ガス管路にリーンNO<sub>x</sub>触媒よりも上流に位置して配置され、排ガス中の酸素濃度を検出して空燃比を制御するためのフロント酸素センサと、排ガス管路にリーンNO<sub>x</sub>触媒よりも下流側に位置して配置され、排ガス中の酸素濃度を検出して空燃比制御の補正に使用されるリア酸素センサと、フロント及びリア酸素センサからのセンサ信号に基づきエンジンの運転状況に応じてエンジンの空燃比を、リーン側で制御するリーン制御モードと理論空燃比で制御する理論空燃比制御モードとに切換え制御する制御手段とを具備してなるリーンバーンエンジンシステムに於いて、エンジンの空燃比がリーン制御モードから理論空燃比制御モードに切換えられたとき、リア酸素センサにて検出した排ガス中の酸素濃度が空燃比でみてリーン側から理論空燃比側に切換わるまでの間、エンジンの空燃比をリッチ側で制御することを特徴とするリーンバーンエンジンシステムの空燃比制御方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、特に、触媒コンバータの浄化効率を維持するためのリーンバーンエンジンシステムの空燃比制御方法に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】 リーンバーンエンジンシステムは、エンジンが定常運転状態にあるとき、その空燃比をリーン制御モードで制御し、これに対し、加速時等のエンジンが過渡期の運転状態にあるときには、その空燃比を理論空燃比制御モードで制御しようとするものである。このようにして空燃比が制御されれば、排ガス中のCOやHCを低減すると同時に、燃費を向上を図ることができる。

【0003】 しかしながら、空燃比がリーン制御モードで制御されている場合には、排ガス中に酸素が存在していることから、三元触媒等を内蔵した触媒コンバータが排ガス管路中に介挿されていても、この触媒コンバータはNO<sub>x</sub>を効率良く還元して浄化することができず、NO<sub>x</sub>の排出量が増加してしまう問題がある。このようなことから、リーンバーンエンジンシステムの排ガス管路中には、触媒コンバータの三元触媒よりも上流に位置し、酸素の存在下にあっても排ガス中のNO<sub>x</sub>を還元して浄化するリーンNO<sub>x</sub>触媒が配置されている。

【0004】 一方、触媒コンバータの三元触媒を効率良く働かせるには、エンジンの空燃比を理論空燃比に高精度に制御する必要があり、それ故、上述したリーンバーンエンジンシステムの排ガス管路には、フロント及びリア酸素センサが夫々配置されている。フロント酸素センサはエンジン側の近接して位置付けられ、これに対し、

リア酸素センサは、触媒コンバータよりも下流側に位置付けられている。このようにリーンバーンエンジンシステムに2個の酸素センサが備えられていれば、フロント酸素センサにより検出した排ガス中の酸素濃度に基づき、エンジンの空燃比を制御する一方、リア酸素センサにより検出した排ガス中の酸素濃度に基づき空燃比を補正制御でき、これにより、エンジンの空燃比を理論空燃比に高精度に制御することも可能となる。

##### 【0005】

【発明が解決しようする課題】 ところで、前述したリーンバーンエンジンシステムに於いて、排ガス管路中に配置されたリーンNO<sub>x</sub>触媒の酸素吸着量が大いとき、エンジンの空燃比がリーン制御モードから理論空燃比制御モードに切換えられた直後では、リーンNO<sub>x</sub>触媒からは吸着されていた酸素が暫くの間放出され、このため、触媒コンバータの三元触媒が有効に機能しなくなる。

【0006】 また、この場合、空燃比が実際に理論空燃比に制御されていたとしても、リア酸素センサにて排ガス中に酸素が検出されることから、このリア酸素センサからセンサ信号に基づいて、エンジンの空燃比が補正制御されると、その補正は空燃比をリッチ側に過度に補正してしまい、いわゆるリッチスパイクの発生を招くことが考えられる。

【0007】 この発明は、上述した事情に基づいてなされたもので、その目的とするところは、排ガス中のNO<sub>x</sub>を効率良く浄化可能となるばかりでなく、空燃比制御を適切に実施することができるリーンバーンエンジンシステムの空燃比制御方法を提供することにある。

##### 【0008】

【課題を解決するための手段】 この発明は、エンジンから延びる排ガス管路中に配置された触媒コンバータと、排ガス管路中に触媒コンバータの触媒よりも上流に位置して配置されたリーンNO<sub>x</sub>触媒と、排ガス管路にリーンNO<sub>x</sub>触媒よりも上流に位置して配置され、排ガス中の酸素濃度を検出して空燃比を制御するためのフロント酸素センサと、排ガス管路にリーンNO<sub>x</sub>触媒よりも下流側に位置して配置され、排ガス中の酸素濃度を検出して空燃比制御の補正に使用されるリア酸素センサと、フロント及びリア酸素センサからのセンサ信号に基づきエンジンの運転状況に応じてエンジンの空燃比を、リーン側で制御するリーン制御モードと理論空燃比に制御する理論空燃比制御モードとに切換え制御する制御手段とを具備したリーンバーンエンジンシステムに於いて、この発明の空燃比制御方法は、エンジンの空燃比がリーン制御モードから理論空燃比制御モードに切換えられたとき、リア酸素センサにて検出した排ガス中の酸素濃度が空燃比でみてリーン側から理論空燃比側に切換わるまでの間、エンジンの空燃比をリッチ側で制御するようにしている。

##### 【0009】

【作用】 上述した空燃比制御方法によれば、エンジンの空燃比制御がリッチ制御モードから理論空燃比制御モードに切換えられ直後にあり、リア酸素センサのセンサ信号に基づき判定される空燃比がまだリーン側にあるときには、空燃比をリッチ側で制御するようにしたから、この場合、エンジンの排ガス中に於けるCOやHCの量が増加することになる。しかしながら、これらの増加したCOやHCは、リーンNO<sub>x</sub>触媒から放出される酸素により酸化され、その酸素を消費させるから、リーンNO<sub>x</sub>触媒から放出された酸素が触媒コンバータの触媒作用に及ぼす悪影響を大きく低減でき、結果的に排ガス中のNO<sub>x</sub>は触媒コンバータの三元触媒により効果的に浄化される。

【0010】 また、上述した状況では、リア酸素センサはリーンNO<sub>x</sub>触媒から放出された酸素が既に消費された後の排ガス中の酸素濃度を検出することになるから、この場合、リア酸素センサにて検出される排ガス中の酸素濃度は殆どないか又は少ないものとなる。従って、フロント及びリア酸素センサのセンサ信号は共に、エンジンの空燃比が理論空燃比に制御されていることを示すものとなる。

【0011】 上述した理論空燃比制御の開始直後に於ける空燃比のリッチ側での制御は、リア酸素センサのセンサ信号に基づき判定される空燃比がリッチ側から理論空燃比側に反転するまで継続される。

【0012】

【実施例】 図1を参照すると、リーンバーンエンジンシステムが概略的に示されている。このエンジンシステムはエンジン1を備えており、このエンジン1からは排ガス管路2が延びている。この排ガス管路2の途中には、触媒コンバータ3が介挿されており、この触媒コンバータ3内には、ゼオライト系のリーンNO<sub>x</sub>触媒4と三元触媒5とかタンデムにして収容されている。ここで、図1から明かなようにリーンNO<sub>x</sub>触媒4は、排ガスの流れ方向でみて三元触媒5よりもエンジン1側に位置して、つまり、三元触媒5の上流側に位置して配置されている。

【0013】 そして、排ガス管路2には、排ガス中の酸素濃度を検出するフロント及びリア酸素センサ6、7が夫々設けられており、フロント酸素センサ6はエンジン1側に位置付けられているとともに、リア酸素センサ7は排ガスの流れ方向でみて触媒コンバータ3よりも下流に位置付けられている。フロント及びリア酸素センサ6、7は、エンジン1の空燃比をフィードバック制御するのに使用され、このため、これらフロント及びリア酸素センサ6、7は、制御手段としての電子制御ユニット(ECU)8に電気的に接続されて、そのセンサ信号をECU8に供給可能となっている。

【0014】 一方、エンジン1には吸気通路9が接続されており、この吸気通路9にはエンジン1の燃焼室(図

示しない)に向けて燃料を噴出するためのフューエルインジェクタ10が設けられている。このフューエルインジェクタ10もまた、ECU8に電気的に接続されており、その作動、即ち、燃料の噴射量はフロント及びリア酸素センサ6、7からのセンサ信号に基づき、ECU8からのフューエルインジェクタ10に出力される制御信号により制御され、これにより、エンジン1の空燃比は所望の値に維持されるようにフィードバック制御される。

【0015】 また、ECU8は、エンジン1の空燃比制御をリーン制御モードと理論空燃比制御モードとに切換える機能を有しており、このため、ECU8には、前述したフロント及びリア酸素センサ6、7以外に、エンジン1が定常運転状態にあるか否かの判別に使用されるアクセル開度センサ11やブレーキペダルセンサ12等の各種センサもまた接続されている。

【0016】 次に、ECU8にて実施される空燃比制御ルーチンに関し、図2乃至図5のフローチャートに従い説明する。空燃比制御ルーチン先ず、図2のステップS0にて、エンジン1が始動されたか否かの判別が実施され、ここでの判別は例えばエンジン1のイグニッションキー(図示しない)がオン操作されたか否かに基づき実施される。エンジン1が始動されて、ステップS0の判別結果が正(YES)になると、次のステップS1にて空燃比(A/F)の初期制御が実施される。

【0017】 ステップS1は、図3に示されているサブルーチンからなるが、このサブルーチンが実施されるときには、まだエンジン1の始動直後であるから、この場合、ステップS100にて、エンジン1のA/Fはフロント酸素センサ6のみのセンサ信号を使用して、理論空燃比にフィードバック制御される。即ち、ステップS100では、エンジン1の近くにあつて直ちに活性化するフロント酸素センサ6のみを使用して、A/Fは理論空燃比制御モード(S-FB)で制御される。

【0018】 ステップS100は所定時間継続して実施され、この後、リア酸素センサ7が活性化し且つエンジン1の冷却水温度が所定温度に達するような状況に至ると、次のステップS101が実施される。このステップでは、A/Fはフロント及びリア酸素センサ6、7のセンサ信号を使用して、S-FBモードで制御されることになる。従って、このような状況に至ると、A/Fは、フロント酸素センサ6のセンサ信号のみによるS-FBモードに、リア酸素センサ7のセンサ信号を使用したゲイン補正が加えて制御されるから、A/Fは理論空燃比に高精度に制御されることになる。

【0019】 前述したサブルーチンが実施された後にあつては、ステップS2に進み、このステップではエンジン1が駆動状態にあるか否かが判別される。ここでの判別結果が正であると、次のステップS3にてフラグF1に1がセットされているか否かが判別されるが、この時点

ではその判別結果は否となつて、ステップS4に進む。なお、ステップS0、S2の判別結果が否となる場合、この空燃比制御ルーチンは終了する。

【0020】ステップS4では、エンジン1の運転状態が定常運転状態となつて、リーン制御モード(L-FBモード)でのA/Fのフィードバック制御を実施可能な条件が満たされているか否かが判別される。ここでの判別は、例えばアクセル開度センサ11等のセンサ信号に基づいて実施することができる。ステップS4の判別結果が正であると、次には、前述したS-FBモードからL-FBモードに切換えられてA/Fが制御されているか否かが判別される。通常では、先のステップS4の判別結果が正となっているから、その判別結果は正となり、従つて、次のステップS6にて第1タイマのカウントが実施される。ここでの第1タイマは、ステップS5が正になってからの経過時間を計るものである。

【0021】この後、ステップS7では、第1タイマの値が所定時間 $t_1$ ( $\geq 0$ )に達したか否かが判別されるが、ステップS5の判別結果が正になった直後では、その判別結果は否となるので、この場合には、ステップS8に進む。このステップS8では、ステップS5での判別とは逆に、L-FBモードからS-FBモードに切換えられてA/Fが制御されているか否かが判別されるが、この状況では、その判別結果は否となり、ステップS3に戻つて上述したステップが繰り返される。

【0022】ステップS4、S5の判別結果が正に維持されている状況で、ステップS7の判別結果が否になると、次のステップS9にて、リア酸素センサ7の使用が停止される。即ち、この時点で、A/FのL-FBモードによる制御には、リア酸素センサ7のセンサ信号は使用されず、従つて、L-FBモードでのA/F制御は、フロント酸素センサ6のセンサ信号に基づいて実施されることになる。

【0023】なお、ステップS5の判別結果が正になった後、ステップS6、S7を実施することなく、ステップS9を実施するようにしてもよい。しかしながら、エンジン1のA/Fがリーンとなつても、このリーンの状態がリア酸素センサ7のセンサ信号に基づいて判別されるにはある程度の遅れが生じるから、その遅れの分、つまり、前記所定時間 $t_1$ だけ経過する間、リア酸素センサ7にてA/Fがリーン側に移行したのを確認してから、リア酸素センサ7の使用を停止すれば、万一、フロント酸素センサ6が故障しても、その故障を検知することが可能となる。

【0024】ステップS9からは、前述したステップS8に進むため、このステップS8の判別結果が否に維持されている限り、A/Fは、L-FBモードで制御されることになる。しかしながら、加速時等の場合のようにエンジン1の運転状態が定常運転状態からの過渡期にあり、それ故、A/FがL-FBモードからS-FBモー

ドに切換えられて制御されるような状況に至ると、この場合には、ステップS8の判別結果が否となつて、ステップS8から図4のステップS10に進み、ここで前述したフラグF1に1がセットされ、そして、前述した第1タイマの値がクリアされる。

【0025】次のステップS11では、第2タイマが作動されて、そのカウントが開始される。即ち、第2タイマは、前述したステップS8が正になってからの経過時間を計る。次のステップS12では、第2タイマの値が所定時間 $t_2$ に達した否かが判別されるが、ステップS8が正になった直後ではその判別結果は否となり、それ故、図2のステップ2に戻つて、このステップ以降が繰り返して実施される。

【0026】ここで、ステップS2からステップS3が実施される場合、フラグF1には既に1がセットされているので、その判別結果は正となり、従つて、ステップS3からは、ステップS8に飛んで、このステップ以降が実施される。この後、ステップS12の判別結果が正になると、次のステップS13に進み、このステップにて、リア酸素センサ7の使用が再開される。

【0027】次のステップS14では、リア酸素センサ7のセンサ信号に基づいて判別されるA/Fがリーン側から理論空燃比側に反転したか否かが判別される。ここで、ステップS8の判別結果が正になった後、所定時間 $t_2$ の経過後にステップS13の実施を経てステップS14の判別を実施する理由は、以下の通りである。即ち、ステップS8の判別結果が正となり、エンジン1のA/FがS-FBモードで制御されても、エンジン1からの排ガスがリア酸素センサ7に達するまでに遅れが生じるので、S-FBモードでの制御の開始をリア酸素センサ7のセンサ信号から直ちに検出できない。それ故、所定時間 $t_2$ の経過後にステップS14の判別を実施するようにすれば、リア酸素センサ7によって酸素濃度が検出された場合、その酸素は、前述したリーンNO<sub>x</sub>触媒4に一旦吸着された酸素がリーンNO<sub>x</sub>触媒から放出されたものであると判別することができる。

【0028】従つて、ステップS14の判別結果が正であると、ステップS15に進み、このステップでは、フロント及びリア酸素センサ6、7を使用して、通常のS-FBモードでもって、A/Fがフィードバック制御される。即ち、ステップS15では、前述した図3のステップS101と同様なA/F制御が実施され、この場合、S-FB制御は、リア酸素センサ7のセンサ信号に基づき、通常のゲインを使用して補正されることになる。なお、このゲインは、フューエルインジェクタ10から噴射される燃料の量を決定するのに使用されるものである。

【0029】この後、次のステップS16では、フラグF1は0にリセットされ、また、同時に第2及び第3タイマの値も夫々クリアされる。なお、第3タイマについ

ては後述する。ステップS16からは、図2のステップS2に戻って、このステップ以降のステップが繰り返して実施されることになるが、このとき、フラグF1が0にリセットされているから、次のステップS3ではその判別結果は否となり、ステップS4に進んで、このステップでの判別が実施される。

【0030】この場合、エンジン1の運転状態が定常運転状態ではなく、まだ過渡期にある状況では、ステップS4の判別結果は否となり、ステップS4から直ちに図4のステップS15に進むことになり、これにより、A/F制御は、S-FBモードに維持されて実施されることになる。一方、ステップS14の判別結果が否の場合、即ち、A/F制御がL-FBモードからS-FBモードに切換えられてから所定時間t2の経過後に、ステップS14の判別結果が否となる場合には、ステップS14からステップS17に進み、このステップでは、前述した通常のゲインの代わりにリッチ用ゲインを使用して、S-FBモードに従いA/Fがフィードバック制御される。なお、リッチ用ゲインは後述のステップにて決定されるようになっており、従って、この時点では、リッチ側でのS-FBモードは実質的に実施されることはない。

【0031】次のステップS18では、フロント酸素センサ6のセンサ信号に基づく、その学習制御が停止される。この学習制御は、個々のフロント酸素センサが有する出力特性のばらつきを補償するために必要なものであるが、学習制御を備えていない空燃比制御ルーチンの場合にあっては、ステップS18は省略することができる。しかしながら、フロント酸素センサの学習制御を有している場合には、ステップS18を実施しないと、誤った学習がなされるので、ステップS18は必要なものとなる。

【0032】ステップS18からは、図5のステップS19に進み、このステップでは、エンジン1の燃料噴射が非同期噴射であるか否かが判別される。この非同期噴射は、エンジン1の加速感を増すために実施されるが、ステップS19での判別結果が正の場合には、このステップS19以降を実施することなく、図4のステップS14に戻って、このステップ以降のステップが繰り返して実施される。

【0033】一方、ステップS19の判別結果が否の場合には、ステップS20に進み、このステップS20にて、前述したリッチ用ゲインPが決定される。ステップS20では、例えば次式に基づきリッチ用ゲインPが算出されるようになっている。

$$P(n+1) = P(n) \cdot (1 - K)$$

ここで、P(n)は今回のリッチ用ゲイン、P(n+1)は次のリッチ用ゲイン、nは0以上の自然数、Kはテーリング係数を夫々示している。なお、リッチ用ゲインPの初期P(0)はP0に設定されており、また、テーリング係

Kの初期値はK1(<1)に設定されている。

【0034】次のステップS21では、前述したステップS14の場合と同様に、リア酸素センサ7のセンサ信号がA/Fでみてリーン側から反転したか否かが判別されるが、その判別結果が否の場合には、ステップS22に進んで、第3タイマによるカウントが開始された後、次のステップS23にて、第3タイマの値が所定時間t3に達したか否かが判別される。ここで、第3タイマは、実質的に前述したステップS14が実施されて、その判別結果が否である場合からの経過時間を計測するものである。

【0035】ステップS23の判別結果が否の場合には、図4のステップS17に戻って、このステップ以降のステップが繰り返される。従って、ステップS19、S21の判別結果が夫々否に維持されている限り、リッチ用ゲインPの値は、図4に示されているように時間の経過に伴い、テーリング係数Kの初期値K1で決定される減少率に従って減少される。また、この状況で、ステップS17の実施が繰り返されることにより、A/Fがリッチ用ゲインPに基づくS-FBモードに従い制御される結果、A/Fは、一旦リッチ側に移行した後、理論空燃比に向かうように制御されることになる。

【0036】しかしながら、ステップS23の判別結果が正になると、次のステップS24にて、テーリング係数Kが0に置換された後、ステップS25にて、現在のリッチ用ゲインP(n)に定数P1(<P0)が代入される。従って、ステップS23の判別結果が正になった後、ステップS17以降のステップが前述した場合と同様にして繰り返される場合には、図6に示されているようにリッチ用ゲインPが一定値に維持されたまま、A/Fはリッチ側の領域で制御されることになる。

【0037】一方、ステップS21の判別結果が正になると、ステップS26に進み、このステップにて、リッチ用ゲインP及びテーリング係数Kの値は夫々初期値に置き換えられた後、図4のステップS15に飛んで、このステップ以降のステップが前述したようにして実施されることになる。前述したように、一実施例の空燃比制御ルーチンでは、A/Fの制御がL-FBモードからS-FBモードに切換えられた場合、リア酸素センサのセンサ信号がA/Fでみてリーン側から理論空燃比側に反転しない間、S-FBモードでのA/F制御にリッチ用ゲインPを使用して、A/Fを実質にリッチ側で制御するようにしたから、例えばリーンNOx触媒に吸着されていた酸素が放出されても、この酸素は、排ガス中の増加したCOやHCの酸化に利用されて消費され、結果的に触媒コンバータ3の三元触媒5を通過する排ガス中の酸素濃度を低減若しくは無くすことができ、三元触媒5の触媒作用、特にNOxの浄化作用がリーンNOx触媒4からの酸素によって悪影響を受けることがなく、排ガスを効果的に浄化することができる。

【0038】また、上述した状況に於いて、専用のリッチ用ゲインPを使用することで、リア酸素センサ7からのセンサ信号に基づくS-FBモードの補正が不所望に過度になったりすることもない。図7を参照すると、一実施例の空燃比制御ルーチンを実施しない場合での触媒コンバータに於けるNOxの浄化効率が示されており、破線AはリーンNOx触媒4と三元触媒5とを有した触媒コンバータ3のNOxの浄化効率を示し、一方、実線Bは三元触媒のみを有した触媒コンバータのNOxの浄化効率を示している。図7から明かなように、破線Aの浄化率特性は、実線Bの浄化率特性に比べ、その浄化能が低下しているが、これはリーンNOx触媒4から放出される酸素が原因であると考えられる。しかしながら、前述した空燃比制御ルーチンが実施されれば、A/F制御がL-FBモードからS-FBモードに切換えられた後、リア酸素センサ7のセンサ信号がA/Fでみてリーン側にあるときには、A/Fをリッチ側で制御することで、リーンNOx触媒4から三元触媒5に向かって放出される酸素の悪影響を除去でき、これにより、三元触媒5によるNOxの浄化効率を十分に維持することができる。なお、図7中、斜線を施して示した領域は、三元触媒5のいわゆるウインドウ幅を示しているが、上述の説明から明かなように、この実施例の空燃比制御ルーチンが実施されれば、そのウインドウ幅を狭めるようなこともない。

【0039】更に、リア酸素センサ7のセンサ信号がA/Fでみてリーン側から反転して理論空燃比側のA/Fを示した場合、A/Fは直ちに通常のS-FBモードで制御されるから、燃費の悪化を招くようなこともない。また、A/FがL-FBモードで制御されているとき、排ガス中のNOxはリーンNOx触媒により効果的に浄化されるのは勿論のこと、このとき、リア酸素センサ7の使用が停止されているから、このリア酸素センサ7からのセンサ信号がL-FBモードでの制御に悪影響を与えることもない。

【0040】この発明は、上述した一実施例に制約されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、前述したリッチ用ゲインP及びテーリング係数Kの初期値を、リーンNOx触媒4の経年変化に起因する酸素吸着特性の変化に基づき、学習して求めるようにすれば、A/Fのリッチ側での補正制御が過度になり、この結果、リッチスパイクを招いて排ガス中のCOやHCが不所望に増大するようなこともない。

【0041】また、一実施例のリーンバーンエンジンシステムでは、触媒コンバータ3の下流にリア酸素センサ7が配置されているが、このリア酸素センサ7は、触媒

コンバータ3内のリーンNOx触媒4と三元触媒5との間に配置するようにしてもよい。更に、触媒コンバータ3に於いては、三元触媒の代わりに、A/Fが理論空燃比にあるときにNOxを浄化する他の触媒を使用してもよい。

【0042】

【発明の効果】以上説明したように、この発明のリーンバーンエンジンシステムの空燃比制御方法によれば、空燃比制御がリーン制御モードから理論空燃比制御モードに切換えられたとき、リア酸素センサのセンサ信号がA/Fでみてリーンから理論空燃比側に反転するまでの間、空燃比をリッチ側で制御するようにしたから、リーンNOx触媒から放出される酸素を原因とした触媒コンバータに於けるNOxの浄化能の低下を阻止でき、この結果、空燃比がリーン制御モード又は理論空燃比制御モードの何れのモードで制御されていても、排ガス中のNOxを効率良く浄化可能となり、また、リア酸素センサのセンサ信号がリーン側から反転した場合には、空燃比のリッチ側での制御を直ちに停止するようにしたから、燃費の悪化をも招くことがない等の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】リーンバーンエンジンシステムを示した概略図である。

【図2】空燃比制御ルーチンの一部を示したフローチャートである。

【図3】図2中の1つのステップの詳細を示したフローチャートである。

【図4】前記空燃比制御ルーチンの一部を示したフローチャートである。

【図5】前記空燃比制御ルーチンの一部を示したフローチャートである。

【図6】リッチ用ゲインの時間変化を示したグラフである。

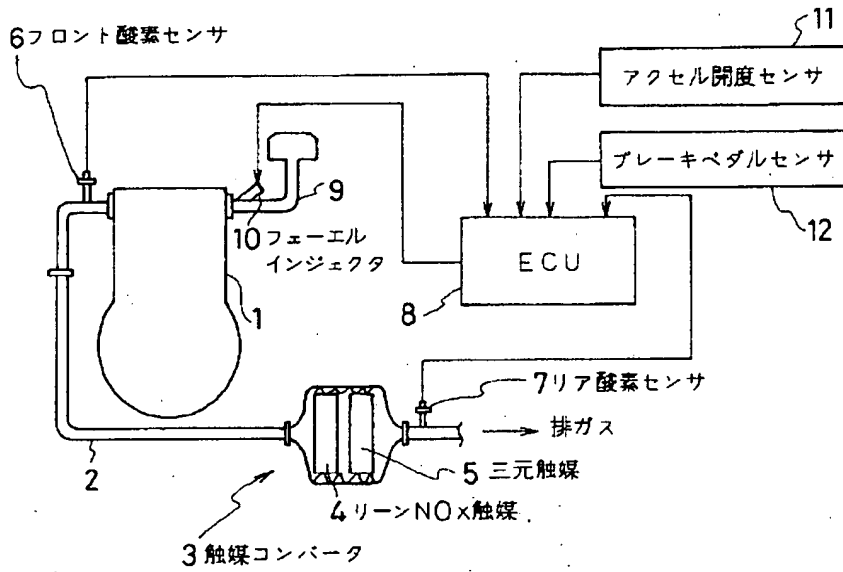
【図7】前記空燃比制御ルーチンを実施しない場合での触媒コンバータに於けるNOxの浄化率特性を示したグラフである。

【符号の説明】

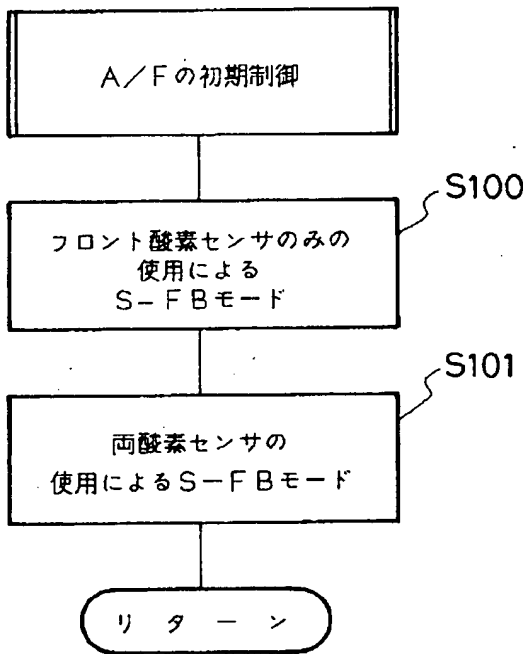
- 1 エンジン
- 2 排ガス管路
- 3 触媒コンバータ
- 4 リーンNOx触媒
- 5 三元触媒
- 6 フロント酸素センサ
- 7 リア酸素センサ
- 8 電子制御ユニット (ECU)
- 10 フューエルインジェクタ



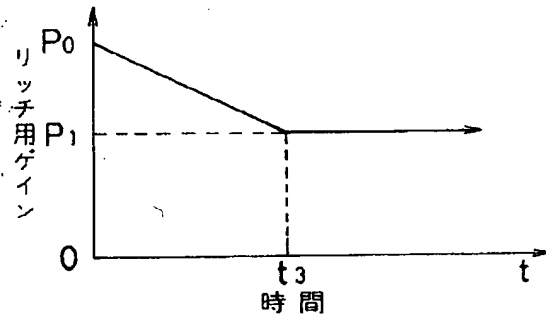
【図1】



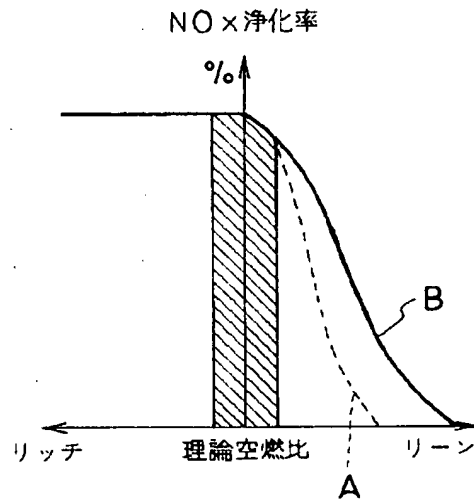
【図3】



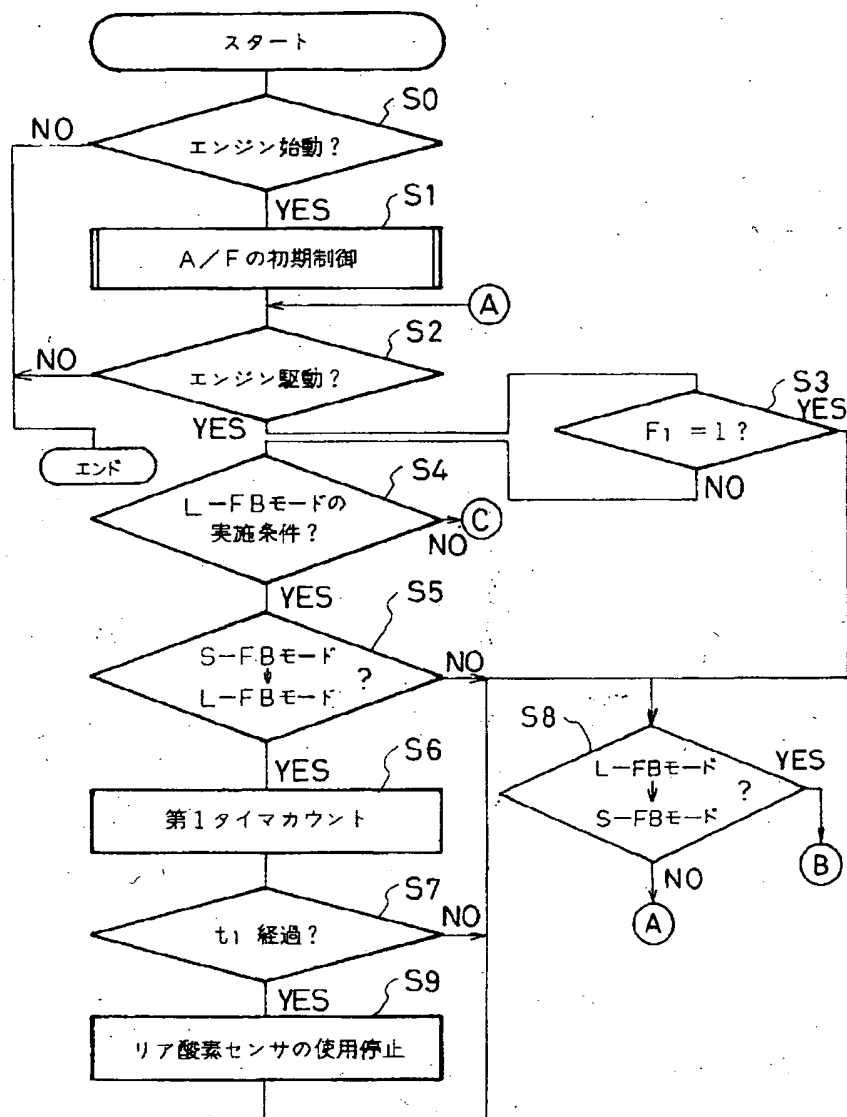
【図6】



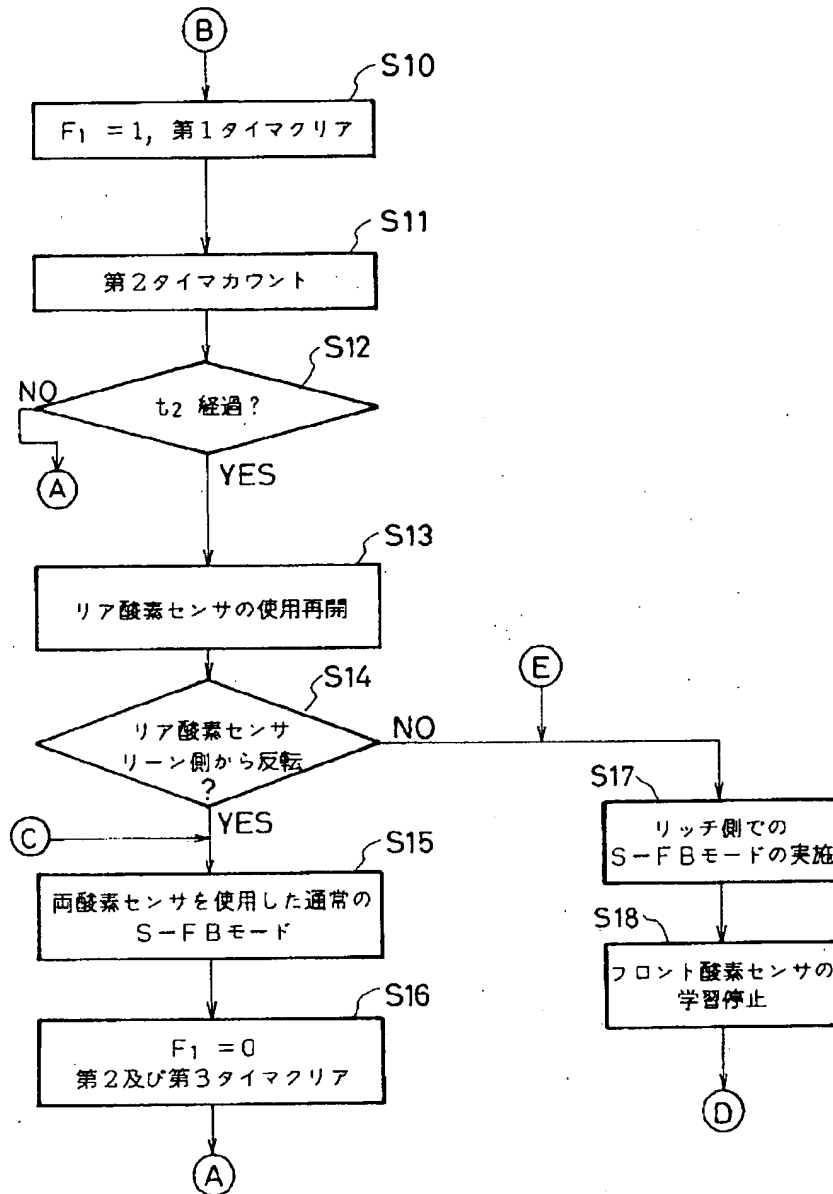
【図7】



【図2】



【図4】



【図5】

